

PAT-NO: JP02002170819A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002170819 A

TITLE: PLASMA-ETCHING PROCESSING APPARATUS

PUBN-DATE: June 14, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAMURA, SATOYUKI	N/A
TAKAHASHI, NUSHITO	N/A
FURUSE, MUNEO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP2000368746

APPL-DATE: December 4, 2000

INT-CL (IPC): H01L021/3065, H05H001/46 , H01L021/205

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma-etching processing apparatus which prevents an operating efficiency reduction resulted from a dummy discharge

1612, 67/82

before etching processing and which intends stabilization of etching characteristics by means of the dummy discharge.

SOLUTION: The plasma-etching processing apparatus consists of a vacuum-processing chamber 200, an upper antenna electrode 211 located inside the vacuum-processing chamber 200 and a lower electrode 230 placed on an in-process substrate, and a control panel 401 which sets an etching condition in the vacuum-processing chamber 200 to control the etching processing. The plasma-etching processing apparatus selects either a normal processing which produces a plasma charge by supplying a high frequency wave power, then carries out an etching-processing of the in-process substrate, or a dummy processing which processes the others except the in-process substrate by producing the plasma charge. The control panel 401 measures a passed time from the last plasma discharge, the dummy processing is carried out before the normal processing only when the passed time is a predetermined time or more, and the vacuum-processing chamber is heated up to a predetermined temperature.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-170819

(P2002-170819A)

(43)公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 21/3065

H 05 H 1/46

// H 01 L 21/205

識別記号

F I

テーマト⁷(参考)

H 05 H 1/46

B 5 F 0 0 4

H 01 L 21/205

5 F 0 4 5

21/302

N

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願2000-368746(P2000-368746)

(22)出願日

平成12年12月4日 (2000.12.4)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 田村 智行

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸事業所内

(72)発明者 高橋 主人

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸事業所内

(74)代理人 100093492

弁理士 鈴木 市郎 (外1名)

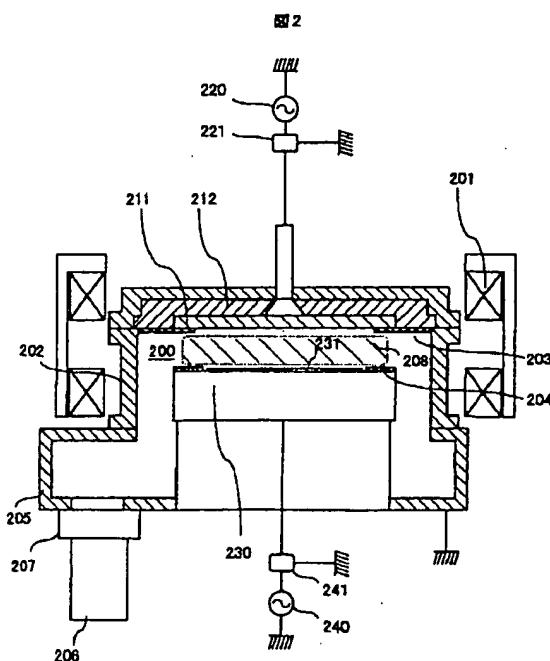
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマエッティング処理装置

(57)【要約】

【課題】エッティング処理前のダミー放電に起因する稼働率の低下を防止し、また、ダミー放電によりエッティング特性の安定化を図ったプラズマエッティング処理装置を提供する。

【解決手段】真空処理室200、該真空処理室内に配置した上部アンテナ電極211および被処理基板を載置した下部電極230、並びに真空処理室内のエッティング条件を設定してエッティング処理を制御する制御盤401を備え、前記上部アンテナ電極および下部電極に高周波電力を供給して、プラズマ放電を生成して被処理基板をエッティング処理する正規処理、およびプラズマ放電を生成して被処理基板以外を処理するダミー処理のいずれか一方を選択して行うプラズマエッティング処理装置において、前記制御盤401は、前回のプラズマ放電終了後からの経過時間を計測し、経過時間が所定時間以上であるときのみ、前記正規処理に先んじてダミー処理を行い、真空処理室を所定温度まで加熱する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空処理室、該真空処理室内に配置した上部アンテナ電極および被処理基板を載置する下部電極、並びに真空処理室内のエッチング条件を設定してエッチング処理を制御する制御盤を備え、前記上部アンテナ電極および下部電極に高周波電力を供給して、プラズマ放電を生成して被処理基板をエッチング処理する正規処理、およびプラズマ放電を生成して被処理基板以外を処理するダミー処理のいずれか一方を選択して行うプラズマエッチング処理装置において、前記制御盤は、前回のプラズマ放電終了後からの経過時間を計測し、経過時間が所定時間以上であるときのみ、前記正規処理に先んじてダミー処理を行うことを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【請求項2】 請求項1の記載において、前記ダミー処理の実行時間はプラズマ放電終了後からの経過時間に応じた時間であることを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【請求項3】 真空処理室、該真空処理室内に配置した上部アンテナ電極および被処理基板を載置する下部電極、並びに真空処理室内のエッチング条件を設定してエッチング処理を制御する制御盤を備え、前記上部アンテナ電極および下部電極に高周波電力を供給して、プラズマ放電を生成して被処理基板をエッチング処理する正規処理、あるいはプラズマ放電を生成して被処理基板以外を処理するダミー処理のいずれか一方を行うプラズマエッチング処理装置において、前記制御盤は、真空処理室内の温度を測定する温度計を備え、測定値が所定値以下であるときのみ、前記正規処理に先んじてダミー処理を行うことを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【請求項4】 請求項3の記載において、前記ダミー処理の実行時間は前記測定値に応じた時間であることを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4の何れか1の記載において、前記被処理基板は酸化シリコン膜あるいは塗化シリコン膜あるいは低誘電率材料からなる膜、あるいはそれらの膜の少なくともひとつ以上の膜を含んだ多層膜からなり、前記プラズマは少なくともフッ素、炭素および酸素を含むガスからなることを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項4の何れか1の記載において、前記アンテナ電極の下部電極に対向する面には誘電体膜を備え、該誘電体膜のプラズマの接する面には石英を配置したことを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6の何れか1の記載において、前記ダミー処理は下部電極上に基板を載置することなく行うクリーニング処理であることを特徴とするプラズマエッチング処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマエッチング処理装置にかかり、特にエッチング処理前のダミー放電に起因する稼働率の低下を防止したプラズマエッチング処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、量産用のエッチング処理装置では、例えば連続して数枚以上の基板をエッチング処理する場合、エッチング処理枚数を重ねるにつれて、処理室内の温度や壁面状態が変化し、該変化に伴い基板のエッチング特性が変化する場合があった。このような場合には、エッチング処理する前にエッチング処理条件と同じ条件でダミー放電を行い、処理室内の状態を安定化させるという手段がとられる場合がある。例えば、特開平10-12598号に見られるように、エッチング処理する前にダミー放電を20分行う場合がある。

【0003】また、本発明者によって、特願平11-258242号として提案されているプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法においては、シリコン酸化膜あるいは塗化シリコンを、炭素原子やフッ素原子を含むガスによるプラズマでエッチングする工程が示されている。この工程においては、処理室内の石英部品を高温にすることで石英部品上の堆積物を起因とする異物の発生と、エッチング特性の変動を抑制できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平10-12598号に示される装置では、エッチング条件設定のための試験などで数枚のエッチングを数分から数十分の時間間隔で頻繁に行う場合においては、決められた時間のダミー放電を毎回行うとダミー放電に要する時間の割合がエッチング時間に比べて長くなり、装置のスループット向上に対して負担になる。

【0005】また、特願平11-258242号に示す装置では、処理室内の石英部品を高温にすることで石英部品上の堆積物を起因とする異物の発生と、エッチング特性の変動を抑制できるが、プラズマによる石英部品の加熱に数分を要する場合があり、上記と同様に装置のスループット向上に対して負担になる。

【0006】本発明は前記問題点に鑑みてなされたもので、エッチング処理前のダミー放電に起因する稼働率の低下を防止し、また、ダミー放電によりエッチング特性の安定化を図ったプラズマエッチング処理装置を提供する。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために次のような手段を採用した。

【0008】真空処理室200、該真空処理室内に配置した上部アンテナ電極211および被処理基板を載置する下部電極230、並びに真空処理室のエッチング条件

件を設定してエッチング処理を制御する制御盤401を備え、前記上部アンテナ電極および下部電極に高周波電力を供給して、プラズマ放電を生成して被処理基板をエッチング処理する正規処理、およびプラズマ放電を生成して被処理基板以外を処理するダミー処理のいずれか一方を選択して行うプラズマエッチング処理装置において、前記制御盤401は、前回のプラズマ放電終了後からの経過時間を計測し、経過時間が所定時間以上であるときのみ、前記正規処理に先んじてダミー処理を行い、真空処理室を所定温度まで加熱する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施形態を図1ないし図4を用いて説明する。図1は本発明の実施形態にかかるプラズマエッチング処理装置の処理フローを示す図である。まず、操作者はエッチングレシピを設定し(ステップ100)、エッチング処理の開始を装置に指示する(ステップ101)。エッチング装置は開始を指示された現在の時刻と前回のエッチング処理が終了した時刻を比較して時間間隔を割り出し(ステップ102)、その時間間隔からダミー放電を実施するかどうか、実施する場合は何分実施するかを決めダミー放電を行う(ステップ103)。その後連続して有用な基板を搬送し、正規のエッチング処理を行う(ステップ104)。設定した一枚または複数枚の有用な基板のエッチング処理が終わった時点で、その時刻を制御コンピュータに記憶しておく(ステップ105)。

【0010】ステップ103における、前記時間間隔からダミー放電の実施の要否を決める方法を以下に示す。まず直前のエッチング処理が終了してから次のエッチング処理を開始するまでの時間間隔と、エッチング処理再開直後のエッチング特性の相関を調べ、エッチング特性の変動が許容範囲に収まる時間間隔を前もって把握しておく。そして前記時間間隔がその時間間隔未満であればダミー放電を実施せず、その時間間隔以上であれば一定時間のダミー放電を実施した後、次のエッチング処理を実施する。

【0011】前記ダミー放電行う場合には、あらかじめ装置にセットしておいたダミー放電用の基板をエッチング室に搬送し、ダミー放電を実施する。また、基板をエッチング室にセットしない状態でダミー放電を行ってクリーニングをかねることができる。この場合は、ダミー基板の節約や搬送時間の短縮を図ることができる。

【0012】次に本発明のプラズマエッチング処理方法をシリコン酸化膜プラズマエッチング装置に適用した例を図2および図3により説明する。

【0013】図2は、本実施形態にかかるシリコン酸化膜のプラズマエッチング処理装置を示す図である。本実施形態にかかるエッチング装置は、真空処理室200の外側に真空処理室200内に磁場を作るためのコイル201がある。また真空処理室200の上方に平板状のア

ンテナ電極211、下方に下部電極230があり、下部電極230に被処理基板231を載せる構造になっている。また、処理室に酸素、C F系ガス(例えばC₅F₈)、Arガスを導入する配管がなされている(図示略)。導入されたガスは、真空処理室200下方の真空室205に接続された圧力制御手段207を通り、真空排気系206により排気される。また、プラズマ208を生成したり、部品や被処理基板231に高周波バイアスをかける為に、高周波電源220、240から発生した高周波をマッチング回路・フィルタ回路221、241を介して、アンテナ電極211および下部電極230に印加できる。アンテナ電極211に接続している高周波電源220は、たとえば450MHzの高周波を発生でき、コイル201により作られた160ガウスの磁場と共に鳴き高密度のプラズマを生成することができる。また下部電極230に接続している高周波電源240は、たとえば800kHzの高周波を発生でき、被処理基板231に入射するイオンエネルギーを制御できる。また複数枚の被処理基板を自動搬送して、1枚づつプラズマ処理し、連続して数十枚以上処理ができる(図示略)。

【0014】処理室の石英部品としては、アンテナ電極211の周辺部に上部石英リング203が、また下部電極230の周囲に電極石英カバー204が設置してある。上部石英リング203は、プラズマに接触する部分を3mmの板状にし、その外側の厚い誘電体部品212とは別パーツで作り、前記石英リング203を誘電体部品212とは断熱構造にし、エッチング処理中は高温に保たれるようにしている。上部石英リング203はエッチング処理中に被処理基板231に近いため、その温度はエッチング特性に及ぼす影響が大きい。

【0015】図3は、プラズマエッチング処理装置の処理方法を説明する図である。まず、上部石英リング203に試験的に温度計を取り付けておき、代表的なエッチング条件で連続処理301した後、放電を停止して放置し、上部石英リング203の温度低下302を測定する。

【0016】また、上部石英リング203の温度が十分下がった処理休止状態303から、代表的なダミー放電条件でダミー放電304を行い、上部石英リング203の温度上昇305を測定する。本実施形態における標準的ダミー放電は10分であった。上記の温度データを基に、温度計を付けていない実際のエッチング処理を行うことができる。すなわち、まず、エッチング処理開始を装置に指示した時点で、前回のエッチング処理終了時刻とエッチング処理開始時刻の時間間隔がt1であった場合、図3(a)に示したエッチング連続処理終了後の温度低下データ302を基にエッチング処理開始時点の部品温度(例えば石英リング203の温度)T1を予測する。そして図3(b)に示したダミー放電開始後の温度

上昇データ305により、その部品温度からダミー放電終了時の温度T2に上げるために要する時間 を割り出す。そして直ちにダミー基板を真空処理室に搬送し、ダミー放電を時間 実施し、次に有用な基板のエッチング処理を実行する。本実施形態によって上部石英リング203の温度をエッチング処理中に常に一定レベルの高温に保つことが可能となり、これによりエッチング特性の安定性が確保でき、石英への反応生成物の堆積を抑制し異物の発生を抑えられる。 | |

【0017】特に絶縁膜のエッチングを行う場合、例えば、前記被処理基板として酸化シリコン膜あるいは窒化シリコン膜あるいは低誘電率材料からなる膜あるいはこれらの膜の少なくともひとつの膜を含んだ多層膜をからなる基板を用い、前記プラズマとして少なくともフッ素、炭素および酸素を含むガスを用いる場合は、基板に付着するガス種の量とエッチングで除去される量がバランスして最適の条件でエッチングすることができる。

【0018】また、温度低下データ302と温度上昇データ305を基にダミー放電時間を割り出す方法に関しては、上記の実施例の他に、あらかじめ時間間隔 とダミー放電時間 の対応表を作成してもよく、温度データを多項式や指數関数式で近似して計算することも可能である。また、種々のエッチング処理条件やダミー放電条件に対して図3に示したような温度低下データや温度上昇データを前もって取得しておき、実際のエッチング処理では、条件に応じて適切なデータを選択してダミー放電時間を決めることが可能である。 | |

【0019】上記のように温度変化を模擬する試験を行い、それに基づき温度を予測する方法は、実際の有用な基板を正規に処理する時に真空処理室の部品を温度測定することができない場合には有効である。

【0020】図4は、本発明の他の実施形態にかかるプラズマエッチング処理装置を示す図である。図において、真空処理室200の上部には温度センサ400が組み込まれており、石英リング203の温度の測定値が制御コンピュータ402に送られる。制御コンピュータ402は、制御盤401を通じてあらかじめ設定された管理値と前記温度の測定値を比較して、ダミー放電の開始や終了などの信号を高周波電源220, 240に送信して放電時間を制御する。温度センサ400には、たとえば放射温度計などが使用できる。

【0021】図に示すように、実際の有用な基板を処理するときにおいても、例えば誘電体部品212の温度を測定できる場合は、温度を指標にダミー放電時間を決定でき、より正確に温度管理ができエッチング特性の安定化が図れる。例えば、まずエッチング処理を開始するときの特定の部品の温度とエッチング処理再開直後のエッチング特性の相関を調べて、エッチング特性の変動が許容範囲に収まるために必要な特定の部品の温度を前もっ

て把握しておく。そして、有用な基板のエッチングに際しては、エッチング処理開始直前に、その特定の部品の温度が必要温度以上であればダミー放電を実施せずただちにエッチング処理を実施し、その温度未満であればダミー放電を実施した後にエッチング処理を実施すると良い。

【0022】以上説明したように、例えば被処理基板の直前に実施されたプラズマ放電の終了時刻と現在時刻との時間差が所定の時間間隔以上である場合にはダミー放電を実施し、所定の時間間隔未満である場合にはダミー放電を実施しないようにする。このため、直前のエッチング処理が終了してから短時間で次のエッチング処理を行う場合にダミー放電を省略することができる。特にダミー放電時にプラズマの投入電力を大きくして積極的にプラズマ加熱している場合には有効で、部品がエッチング処理時より大幅に高温になるのを防ぐことができる。

【0023】また、これから処理する被処理基板の直前に実施されたプラズマ放電の終了時刻と現在時刻との時間差の長さに応じてダミー放電時間を変えことができる。すなわち、前記時間差が短いほどダミー放電時間を短くし、時間差が長いほどダミー放電時間を長くする。このため前記時間差とダミー放電時間の対応関係はあらかじめ調べておく。この方法によりダミー放電時間を必要最小限に限定して稼働率低下を最小にできる。

【0024】また、前記試料台にダミー基板を載置しないでダミー放電を実施することができる。この方法によるとダミー基板を搬送する時間が省けるので稼働率を向上することができる。さらにダミー基板が不要になると効果も生じる。このときダミー放電条件は試料台の機能をなるべく損なわないように設定する。例えば試料台に印加する高周波電力を最適化して投入することで反応生成物の堆積を防ぎ、試料台の消耗量も無視できるほど小さく抑えることができる。

【0025】また、真空処理室の少なくとも一つの部品の温度を測定し、該部品の温度に基づいて該ダミー放電を実施するか否かを判定することができる。そのためあらかじめダミー放電開始時の部品温度とダミー放電中の部品温度とそれに続くエッチング特性との間の関係を調べておく。この方法によると直前のエッチング処理終了時の温度が条件によって大きくばらついてもダミー放電の要否を正確に判断することができる。

【0026】また、真空処理室の少なくとも一つの部品の温度を測定し、該部品の温度に基づいて該ダミー放電時間を決めることができる。この方法によれば、エッチング処理開始時の部品の温度によってダミー放電時間を適正に決めることができる。さらに、ダミー放電中に部品が所定の温度に達した時にダミー放電を終了することができる。これによりエッチング処理中の処理室の部品の温度変化をより一層少なくし、より安定なエッ

ング特性を得ることができる。

【0027】また、被処理基板として酸化シリコン膜あるいは窒化シリコン膜あるいは低誘電率材料からなる膜、あるいはそれらの膜を含んだ多層膜を含む基板を用い、プラズマとして少なくともフッ素、炭素、酸素を含むガスからなるプラズマを用いることができる。この場合には、特に処理室の部品を温度を高温の一定温度に保つことにより、炭素とフッ素から主に構成される堆積性の反応生成物を付着させにくくすると同時に、付着量と脱離量を安定化することができる。これにより被処理基板に入射する反応生成物の量が安定し、酸化シリコン、窒化シリコンあるいは低誘電率材料からなる膜のエッチング特性を安定化させることができる。

【0028】また、前記試料台に対向したアンテナ電極と、該アンテナ電極の外周部もしくは該アンテナ電極の下部に石英あるいはアルミナなどの誘電体からなる部材を配置し、該誘電体を伝播した高周波によりプラズマを発生させてプラズマエッチング処理を行う装置構造とし、さらに誘電体部材のプラズマに接する部分を石英とすることができます。このような構成とすると、石英は高周波の伝播部であるが故に石英近傍でプラズマ密度が高く、石英部品は高温まで加熱される。しかし石英部品は概して熱伝導率が悪く熱容量が大きいので、ダミー放電も長く必要となる。このような場合には、本発明によりダミー放電時間を適正化することにより稼働率の低下を抑制する効果が大きい。

【0029】また、被処理基板は酸化シリコン膜あるいは窒化シリコン膜あるいは低誘電率材料からなる膜、あるいはそれらの膜を含んだ多層膜から構成し、プラズマエッチング処理を少なくともフッ素、炭素、酸素を含むガスからなるプラズマにより実施することができる。この場合には、石英がプラズマエッチングされるので、石英のエッチングによるガスの消費量を一定に保つためにも、本発明によって石英温度を高温の一定温度に保つことでエッチング特性の変動を抑えることができる。

【0030】また、ダミー放電用の基板を該試料台に載置せず、ダミー放電をクリーニング条件で行うことができる。ここでいうクリーニング条件とはエッチング室内に堆積した反応生成物を除去できるプラズマ処理であり、フッ素、炭素、酸素を含むガスにより絶縁膜をエッチングする装置の場合、反応生成物はC F組成となる。このため前記クリーニング条件は通常のエッチングより酸素の流量が大きい条件となる。この方法によると、ダミー放電用基板をエッチング処理室に搬送する時間が不要となり、さらにダミー放電用基板が不要となる。またクリーニング条件でダミー放電を行うため、処理室内や試料台上にフッ化炭素系の堆積物が付着するのを防ぐことができる。

【0031】なお、前述したように上記の実施形態においてはアンテナ電極がプラズマに接している場合のみでなく、アンテナ電極の下に石英やアルミナの誘電体の板を置き、誘電体に高周波を伝播させてプラズマを発生させる方式のエッチング処理装置であっても、上記の上部石英リングを備えたエッチング処理装置と同様の効果が期待できる。また、上記実施例では有磁場UHF放電を用いたエッチング装置の例を示したが、たとえばRIE放電、マグネットロン放電、誘導結合型放電、TCP放電、VHF放電など他のプラズマ生成方式を用いたエッチング装置においても同様の作用効果が期待できる。また、上記実施例ではプラズマエッチング装置について述べたがその他のプラズマ処理装置、たとえばスパッタ装置、プラズマCVD装置、アッキング装置、表面改質装置についても同様の作用効果がある。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、エッチング処理前のダミー放電に起因する稼働率の低下を防止し、また、ダミー放電によりエッチング特性の安定化を図ったプラズマエッチング処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態にかかるプラズマエッチング処理装置の処理フローを示す図である。

【図2】プラズマエッチング処理装置を示す図である。

【図3】プラズマエッチング処理装置の処理方法を示す図である。

【図4】他の実施形態にかかるプラズマエッチング処理装置を示す図である。

【符号の説明】

200 真空処理室

201 コイル

202 側壁

203 上部石英リング

204 下部石英リング

205 真空室

206 真空排気系

207 圧力制御手段

208 プラズマ

30 211 アンテナ電極

212 誘電体部品

220, 240 高周波電源

221, 241 マッチング回路・フィルタ回路

230 下部電極

231 被処理基板

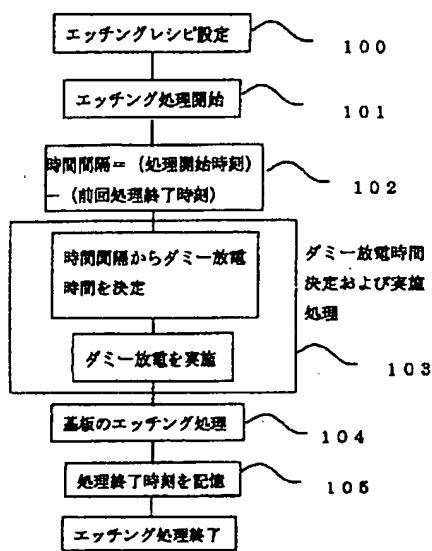
400 温度センサ

401 制御盤

402 制御コンピュータ

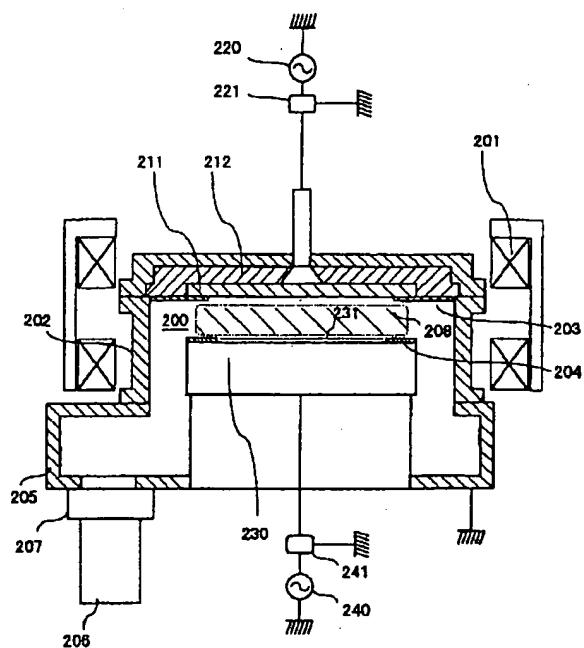
【図1】

図1



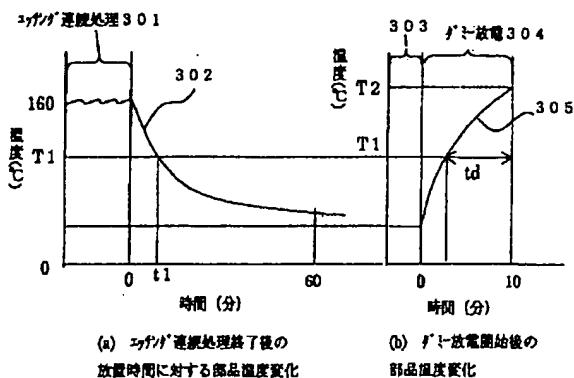
【図2】

図2



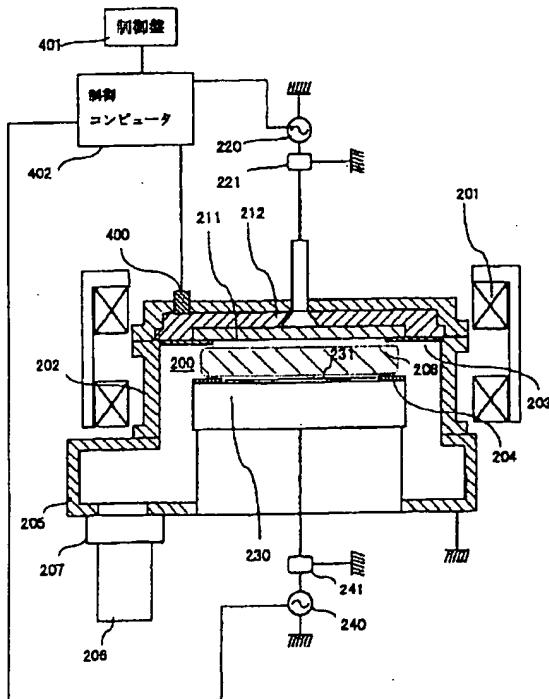
【図3】

図3



【図4】

図4



フロントページの続き

(72)発明者 古瀬 宗雄
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会
社日立製作所笠戸事業所内

Fターム(参考) 5F004 AA16 BA04 BA05 BA13 BA20
BB11 BB18 BC08 BD01 CA07
CA09 DA00 DA23 DA26 DB00
DB03 DB07
5F045 AA08 BB08 DP02 DQ10 EK20
EK28 GB01